

## IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of:

JIN et al

Serial No.:

Filed: December 29, 2004

For: OPTICAL FIBER COMPONENT

CLAIM TO PRIORITY UNDER 35 USC 365

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

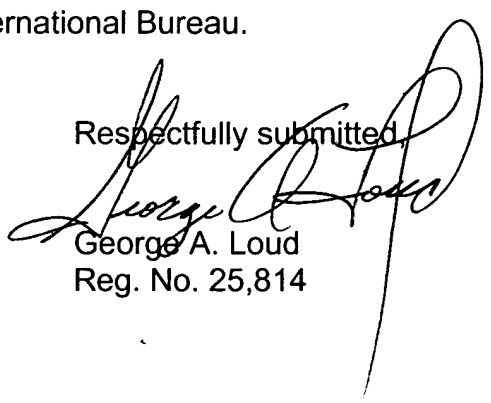
Sir:

The benefit of the filing date of Japanese Application No. 2002-219701 filed July 29, 2002, is hereby requested and the right of priority provided in 35 USC 365 is here claimed.

The captioned application corresponds to International Application PCT/JP2003/008203 filed June 27, 2003.

In support of this claim to priority a certified copy of said original foreign application has been forwarded by the International Bureau.

Respectfully submitted,

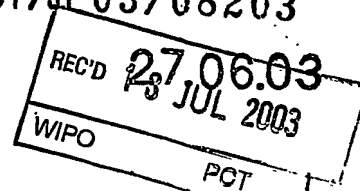
  
George A. Loud  
Reg. No. 25,814

Dated: December 29, 2004

LORUSSO, LOUD & KELLY  
3137 Mount Vernon Avenue  
Alexandria, VA 22305  
(703) 739-9393

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

PCT/IP03/08203



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月29日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-219701

[ST.10/C]:

[JP2002-219701]

出 願 人

Applicant(s):

昭和電線電纜株式会社

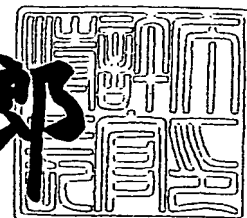
PRIORITY  
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 4月18日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3028346

BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願

【整理番号】 SW200273

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 6/26

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市川崎区小田栄2丁目1番1号  
                                 昭和電線電纜株式会社内

    【氏名】 藤田 仁

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市川崎区小田栄2丁目1番1号  
                                 昭和電線電纜株式会社内

    【氏名】 大登 正敬

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県川崎市川崎区小田栄2丁目1番1号  
                                 昭和電線電纜株式会社内

    【氏名】 森下 裕一

【特許出願人】

    【識別番号】 000002255

    【氏名又は名称】 昭和電線電纜株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100077584

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 守谷一雄

【選任した代理人】

    【識別番号】 100106699

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 渡部 弘道

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 014384

【納付金額】

21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】

明細書 1

【物件名】

図面 1

【物件名】

要約書 1

【プルーフの要否】

要

【書類名】明細書

【発明の名称】光ファイバ部品

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一方に光入射端面を有し、他方に光出射端面を備える光学素子と、前記光学素子の両端面にそれぞれ一方の端面が光学的に接続された一对のフォトニック結晶ファイバと、前記一对のフォトニック結晶ファイバの他方の端面にそれぞれ一方の端面が光学的に接続された一对のシングルモードファイバとを備え、

前記一对のフォトニック結晶ファイバのモードフィールド径は、前記一对のシングルモードファイバのモードフィールド径よりもそれぞれ相対的に大きくされていることを特徴とする光ファイバ部品。

【請求項 2】 一方に光入射端面を有し、他方に光出射端面を備える光学素子と、前記光学素子の両端面にそれぞれ一方の端面が光学的に接続された一对のフォトニック結晶ファイバと、前記一对のフォトニック結晶ファイバの他方の端面にそれぞれ一方の端面が光学的に接続された一对のコリメートレンズと、前記一对のコリメートレンズの他方の端面にそれぞれ一方の端面が光学的に接続された一对のシングルモードファイバとを備え、

前記一对のフォトニック結晶ファイバのモードフィールド径は、前記一对のシングルモードファイバのモードフィールド径よりもそれぞれ相対的に大きくされ、前記一对のコリメートレンズのモードフィールド径は前記シングルモードファイバから前記フォトニック結晶ファイバに向かってそれぞれ漸次緩やかに拡径されていることを特徴とする光ファイバ部品。

【請求項 3】 前記光学素子は、光アイソレータ、光フィルタ、光スイッチ若しくは光可変減衰器またはこれらの組合せから構成されていることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の光ファイバ部品。

【請求項 4】 シングルモードファイバと、前記シングルモードファイバの一方の端面に、一方の端面が光学的に接続され、そのモードフィールド径が前記シングルモードファイバのモードフィールド径よりも相対的に大きくされたフォトニック結晶ファイバとを備え、

前記フォトリック結晶ファイバの外径は、光コネクタを構成するフェルールと実質的に同径とされていることを特徴とする光ファイバ部品。

【請求項5】 シングルモードファイバと、前記シングルモードファイバの一方の端面に、一方の端面が光学的に接続され、そのモードフィールド径が漸次緩やかに拡径されたコリメートレンズと、コリメートレンズの他方の端面に、一方の端面が光学的に接続され、そのモードフィールド径が前記シングルモードファイバのモードフィールド径よりも相対的に大きくされたフォトリック結晶ファイバとを備え、

前記フォトリック結晶ファイバの外径は、光コネクタを構成するフェルールと実質的に同径とされていることを特徴とする光ファイバ部品。

【請求項6】 前記コリメートレンズは、グレーデッドインデックスファイバであることを特徴とする請求項2または請求項5記載の光ファイバ部品。

【請求項7】 前記フォトリック結晶ファイバの端面に、前記グレーデッドインデックスファイバの端面が融着されていることを特徴とする請求項6記載の光ファイバ部品。

【請求項8】 前記フォトリック結晶ファイバの先端部に、コネクタハウジングが取り付けられていることを特徴とする請求項4から7の何れかに記載の光ファイバ部品。

【請求項9】 前記フォトリック結晶ファイバのモードフィールド径は、少なくとも $20\mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項1から8の何れかに記載の光ファイバ部品。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

この発明は、光ファイバ部品に係わり、特に、光伝送システムを構成する光伝送路と光素子間などの光の結合部分に使用される光ファイバ部品に関する。

##### 【0002】

#### 【従来の技術】

一般に、光伝送システムは、光伝送路やバルク型光デバイス（光アイソレータ

、光スイッチなど）などを備えており、これらの光伝送路やバルク型光デバイスにおいては、光伝送路を構成する光ファイバから出射する光がバルク型光デバイスに入射され、バルク型光デバイスから出射する光が再び光ファイバに入射するように構成されている。

【0003】

ここで、光ファイバから出射する光はレンズによってコリメートされ、バルク型光デバイスから出射する光は再びレンズによって集光されて光ファイバに入射するように構成されている。

【0004】

しかしながら、このような構成の光の結合においては、光ファイバとしてコア径が小さいシングルモードファイバ（Single Mode Fiber：以下「SMファイバ」と略称する。）を使用した場合、SMファイバ、レンズおよびバルク型光デバイスのアライメントが複雑化するため、コストアップの要因になるという難点があった。

【0005】

このため、（イ）図11に示すように、バルク型光デバイス10の両端に一对のグリーンレンズ（Gradient Index Lens）20a、20bを配設し、これらのグリーンレンズ20a、20bの両側に一对のSMファイバ30a、30bを配設したいわゆるグリーンレンズ方式（特開2001-75026号公報、特開平11-52293号公報参照）、（ロ）図12に示すように、バルク型光デバイス10の両端にTEC（Thermal Expanded）処理を施した一对のファイバ（以下「TECファイバ」と略称する。）40a、40bの一方の端面をそれぞれ光学的に接続し、一对のTECファイバ40a、40bの他方の端面にそれぞれSMファイバ30a、30bを光学的に接続したいわゆるTEC方式（特開昭63-33706号公報参照）、（ハ）図13に示すように、バルク型光デバイス10の両端に一对のグレーデッドインデックスファイバファイバ（Graded Index Fiber：以下「GIファイバ」と略称する。）50a、50bの一方の端面を光学的に接続し、一对のGIファイバ50a、50bの他方の端面にそれぞれSMファイバ30a、30bを光学的に接

続したいわゆるGIF方式が提案されている(J. LIGHTWAVE TECHNOLOGY VOL. LT-5 NO.9 1987、J. LIGHTWAVE TECHNOLOGY VOL. 20 NO.5 2002参照)。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、(イ)のグリーンレンズ方式においては、シングルモードで光デバイスと光接続されることから接続損失が低く、構成部品が安価であるものの、構成が複雑であり、アライメントに要する工程が増え、全体的にコストアップになるという難点があった。また、(ロ)のTEC方式においては、シングルモードでコア拡大が可能となり、TECファイバ部分の放射損失が低いことから低損失でモードフィールド径(Mode Field Diameter:以下「MFD」と略称する。)の拡大が可能となり、さらに、シングルモードで光デバイスと光接続されることから接続損失が低くなるものの、構成部品が高価であり、TEC加工に長時間を要し、さらに、TECファイバ部分の長さを調整することが困難であるという難点があった。さらに、(ハ)のGIF方式においては、構成部品が安価であり、比屈折率差やコア径などのGIファイバの作製条件によりMFDの大きさやGIファイバの長さを調整することができるものの、シングルモードで光デバイスと光接続することができないという難点があり、また、GIファイバの長さを調整することによってコリメート光にする必要があるため、GIファイバの長さの微妙な調整が難しく、ひいては十分なコリメートを得ることができず、また対向するSMファイバとGIファイバ間における接続損失が大きくなるという難点があった。

【0007】

本発明は、上述の難点を解決するためになされたもので、フォトニック結晶ファイバ(以下「PhCファイバ」と略称する。)を用いることにより、シングルモードで光学素子と光接続することができ、接続損失が低い光ファイバ部品を提供することを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】



このような目的を達成するため、本発明の光ファイバ部品は、一方に光入射端面を有し、他方に光出射端面を備える光学素子と、光学素子の両端面にそれぞれ一方の端面が光学的に接続された一対のPhCファイバと、一対のPhCファイバの他方の端面にそれぞれ一方の端面が光学的に接続された一対のSMファイバとを備え、一対のPhCファイバのMFDは、一対のSMファイバのMFDよりもそれぞれ相対的に大きくされている。

## 【0009】

また、本発明の光ファイバ部品は、一方に光入射端面を有し、他方に光出射端面を備える光学素子と、光学素子の両端面にそれぞれ一方の端面が光学的に接続された一対のPhCファイバと、一対のPhCファイバの他方の端面にそれぞれ一方の端面が光学的に接続された一対のコリメートレンズと、一対のコリメートレンズの他方の端面にそれぞれ一方の端面が光学的に接続された一対のSMファイバとを備え、一対のPhCファイバのMFDは、一対のSMファイバのMFDよりもそれぞれ相対的に大きくされ、一対のコリメートレンズのMFDはSMファイバからPhCファイバに向かってそれぞれ漸次緩やかに拡径されている。

## 【0010】

さらに、本発明の光ファイバ部品における光学素子は、光アイソレータ、光フィルタ、光スイッチ若しくは光可変減衰器またはこれらの組合せから構成されている。

## 【0011】

本発明の光ファイバ部品は、SMファイバと、SMファイバの一方の端面に、一方の端面が光学的に接続され、そのMFDがSMファイバのMFDよりも相対的に大きくされたPhCファイバとを備え、PhCファイバの外径は、光コネクタを構成するフェルールと実質的に同径とすることも可能である。

## 【0012】

また、本発明の光ファイバ部品は、SMファイバと、SMファイバの一方の端面に、一方の端面が光学的に接続され、そのMFDが漸次緩やかに拡径されたコリメートレンズと、コリメートレンズの他方の端面に、一方の端面が光学的に接続され、そのMFDがSMファイバのMFDよりも相対的に大きくされたPhC

ファイバとを備え、PhCファイバの外径は、光コネクタを構成するフェルールと実質的に同径とすることも可能である。

## 【0013】

さらに、本発明の光ファイバ部品におけるコリメートレンズは、グレーデッドインデックスファイバで構成することも可能である。

## 【0014】

本発明の光ファイバ部品におけるPhCファイバの端面に、GIファイバの端面を融着することも可能である。

## 【0015】

また、本発明の光ファイバ部品におけるPhCファイバの先端部に、コネクタハウジングを取り付けることも可能である。

## 【0016】

さらに、本発明の光ファイバ部品におけるPhCファイバのMFDは、少なくとも $20\mu\text{m}$ であることが好ましい。

## 【0017】

本発明の光ファイバ部品によれば、PhCファイバを用いることにより、シングルモードで光学素子と光接続することができることから、接続損失を小さくすることができる。また、PhCファイバによれば、MFDの大きさを自由に設計することができることから、シングルモードでコア拡大が可能となり、ひいては、光学素子の設計に応じて容易に光結合を行なうことができる。さらに、PhCファイバのMFDを大きくすることで伝搬光の回折角が小さくなり、ひいては、光学素子へ結合する際の接続損失を小さくすることができる。

## 【0018】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の光ファイバ部品を適用した好ましい実施の形態例について、図面を参照して説明する。

## 【0019】

図1は、本発明の第1の実施形態に係る光ファイバ部品の一部縦断面図、図2はPhCファイバの横断面図を示している。

## 【0020】

図1において、本発明の光ファイバ部品は、光アイソレータ、光フィルタ、光スイッチ若しくは光可変減衰器またはこれらの組合せから構成される光学素子1と、MFD（30～50 $\mu$ m程度）の大きい一対のPhCファイバ2a、2bと、MFD（10 $\mu$ m程度）の小さい一対のSMファイバ3a、3bとを備えており、光学素子1の一方には光入射端面1aが、他方には光出射端面1bが設けられている。また、一対のPhCファイバ2a、2bは、光を伝搬させるコア21a、21bと、コア21a、21bの外周に設けられたクラッド22a、22bとを備えており、同様に、一対のSMファイバ3a、3bも、それぞれ光を伝搬させるコア31a、31bと、コア31a、31bの外周に設けられたクラッド32a、32bとを備えている。

## 【0021】

ここで、PhCファイバ2a、2bは、図2に示すように、コア21a、21bに相当する石英等のガラス棒の周りに、クラッド22a、22bに相当するガラス管を多数束ね、規則的に形成されたプリフォームロッドをファイバ状に紡糸したもので構成されて。なお、PhCファイバ2a、2bのコア21a、21bの断面は円形もしくは多角形（六角形など）とされている。

## 【0022】

このようなPhCファイバ2a、2bはクラッド22a、22bに相当するガラス管の穴径や穴間距離を調整することで、一般的に使用されるSMファイバに比べ、大きな有効屈折率差、コア径を自由に設計することが可能となり、さらに、使用する波長に応じてシングルモードで大きなMFDを実現できる特徴を備えている。

## 【0023】

次に、光学素子1の光入射端面1aには、図中左側のPhCファイバ2a（以下「第1のPhCファイバ2a」という。）の一方の端面（出力端）が光学素子1の光軸と一致させて光学的に接続され、光出射端面1bには、図中右側のPhCファイバ2b（以下「第2のPhCファイバ2b」という。）の一方の端面（入力端）が光学素子1の光軸と一致させて光学的に接続されている。また、第1

のPhCファイバ2aの他方の端面（入力端）には、図中左側のSMファイバ3a（以下「第1のSMファイバ3a」という。）の一方の端面（出力端）が第1のPhCファイバの光軸と一致させて光学的に接続され、第2のPhCファイバの他方の端面（出力端）には、図中右側のSMファイバ3b（以下「第2のSMファイバ3b」という。）の一方の端面（入力端）が第1のPhCファイバの光軸と一致させて光学的に接続されされている。なお、第1、第2のPhCファイバ2a、2bと第1、第2のSMファイバ3a、3b間は、鏡面加工した両者の接続端面をバーナーやアーク放電などで加熱することにより融着接続することができ、また、第1のPhCファイバ2aの出力端と光学素子1間および第2のPhCファイバ2aの入力端2bと光学素子1間は、光学的な接着剤またはマッチングオイルなどの塗布により光学的に接続することができる。

## 【0024】

このような構成の光ファイバ部品においては、図1（b）に示すように、第1のSMファイバ3aの入力端から入射される光は、小さいMFDの波形33aで第1のSMファイバ3a中を伝搬し、第1のSMファイバ3aの出力端から出射される。また、第1のSMファイバ3aから出射される光は、第1のPhCファイバ2aの入力端に入射され、第1のPhCファイバ2aにおいて大きいMFDの波形23aに拡大され、シングルモードで第1のPhCファイバ2a中を伝搬し、光学素子1の光入射端面1aに入射される。そして、光学素子1を通過し、その光出射端面1bから出射される光は、第2のPhCファイバ2bの入力端に入射され、この第2のPhCファイバ2b中を大きいMFDの波形23bでかつシングルモード状態で伝搬し、第2のPhCファイバ2bの出力端から出射される。また、第2のPhCファイバ2bから出射される光は、第2のSMファイバ3bの入力端に入射され、この第2のSMファイバ3bにおいて小さいMFDの波形23bに縮小され、シングルモードで第2のSMファイバ3b中を伝搬する。

## 【0025】

従って、第1の実施形態に係る光ファイバ部品によれば、シングルモードで光学素子と光接続することができることから、接続損失を小さくすることができる

## 【0026】

図3は、本発明の第2の実施形態に係る光ファイバ部品の一部縦断面図を示している。なお、同図において、図1および図2と共通する部分には同一の符号を付して詳細な説明を省略する。

## 【0027】

図3において、第2の実施形態に係る光ファイバ部品は、一方に光入射端面1aを、他方に光出射端面1bを有する光学素子1を備えており、この光学素子1の光入射端面1aには第1のPhCファイバ2aの一方の端面（出力端）が光学素子1の光軸と一致させて光学的に接続され、光出射端面1bには第2のPhCファイバ2bの一方の端面（入力端）が光学素子1の光軸と一致させて光学的に接続されている。また、第1のPhCファイバ2aの他方の端面（入力端）には第1のGIファイバ4aの一方の端面（出力端）が第1のPhCファイバ2aの光軸と一致させて光学的に接続され、第2のPhCファイバ2bの他方の端面（出力端）には第2のGIファイバ4bの一方の端面（入力端）が第2のPhCファイバ2bの光軸と一致させて光学的に接続されている。さらに、第1のGIファイバ4aの他方の端面（入力端）には第1のSMファイバ3aの一方の端面（出力端）が第1のGIファイバ4aの光軸と一致させて光学的に接続され、第2のGIファイバ4bの他方の端面（出力端）には第2のSMファイバ3bの一方の端面（入力端）が第2のGIファイバ4bの光軸と一致させて光学的に接続されている。

## 【0028】

ここで、第1、第2のPhCファイバ2a、2bのMFD（30～50 $\mu$ m程度）は、第1、第2のSMファイバ3a、3bのMFD（10 $\mu$ m程度）よりも大きくされ、また、第1、第2のGIファイバ4a、4bのMFDは、それぞれ第1、第2のSMファイバ3a、3bから対応する第1、第2のPhCファイバ2a、2bに向かって10 $\mu$ m程度から30～50 $\mu$ m程度に漸次緩やかに拡大されている。

## 【0029】

第2の実施形態に係る光ファイバ部品においては、図3(b)に示すように、第1のSMファイバ3aの入力端から入射される光は、小さいMFDの波形33aで第1のSMファイバ3a中を伝搬し、第1のSMファイバ3aの出力端から出射される。また、第1のSMファイバ3aから出射される光は、第1のGIファイバ4aの入力端に入射され、第1のGIファイバ4aにおいてMFDの波形43aが $10\mu\text{m}$ 程度から $30\sim 50\mu\text{m}$ 程度に漸次緩やかに拡大されて、第1のPhCファイバ2aの入力端に入射される。そして、第1のPhCファイバ2aにおいて大きいMFDの波形23aでかつシングルモードで第1のPhCファイバ2a中を伝搬し、光学素子1の光入射端面1aに入射される。しかして、光学素子1を通過し、その光出射端面1bから出射される光は、第2のPhCファイバ2bの入力端に入射され、この第2のPhCファイバ2b中を大きいMFDの波形23bでかつシングルモード状態で伝搬し、第2のPhCファイバ2bの出力端から出射される。また、第2のPhCファイバ2bから出射される光は、第2のGIファイバ4bの入力端に入射され、この第2のGIファイバ4bにおいてMFDの波形43bが $30\sim 50\mu\text{m}$ 程度から $10\mu\text{m}$ 程度に漸次緩やかに縮小されて、第2のSMファイバ3bの入力端に入射され、この第2のSMファイバ3bにおいて小さいMFDの波形23bでかつシングルモードで第2のSMファイバ3b中を伝搬する。

## 【0030】

従って、第2の実施形態に係る光ファイバ部品においても、シングルモードで光学素子と光接続することができることから、接続損失を小さくすることができる。

## 【0031】

図4は、本発明の第3の実施形態に係る光ファイバ部品の説明図を示している。なお、同図において、図3と共通する部分には同一の符号を付して詳細な説明を省略する。

## 【0032】

第3の実施形態に係る光ファイバ部品においては、光学素子として光アイソレータ1aが使用されている。

## 【 0 0 3 3 】

この実施例において光学測定を行なったところ、波長 1 5 5 0 n m にて、第 1、第 2 の S M ファイバ 3 a、3 b 間における挿入損失が 0. 5 d B で、アイソレーションが 4 5 d B であった。

## 【 0 0 3 4 】

図 5 は、本発明の第 4 の実施形態に係る光ファイバ部品の説明図を示している。なお、同図において、図 3 と共通する部分には同一の符号を付して詳細な説明を省略する。

## 【 0 0 3 5 】

第 4 の実施形態に係る光ファイバ部品においては、光学素子として光可変減衰器 1 b が使用されている。

## 【 0 0 3 6 】

この実施例において光学測定を行なったところ、波長 1 5 5 0 n m にて、駆動電圧が 0 ~ 1 0 V で、可変減衰量が 0. 5 ~ 2 5 d B であった。

## 【 0 0 3 7 】

図 6 は、本発明の第 5 の実施形態に係る光ファイバ部品の説明図を示している。なお、同図において、図 3 と共通する部分には同一の符号を付して詳細な説明を省略する。

## 【 0 0 3 8 】

第 5 の実施形態に係る光ファイバ部品においては、光学素子として光スイッチ 1 c が使用されている。

## 【 0 0 3 9 】

この実施例において光学測定を行なったところ、波長 1 5 5 0 n m にて、駆動電圧が 0、1 0 V で、減衰量が 0. 5、2 5 d B であった。

## 【 0 0 4 0 】

図 7 は、本発明の第 6 の実施形態に係る光ファイバ部品の説明図を示している。なお、同図において、図 4 と共通する部分には同一の符号を付して詳細な説明を省略する。

## 【 0 0 4 1 】

第6の実施形態に係る光ファイバ部品においては、図4に示す第1、第2のSMファイバ3a、3bに代えて第1、第2のSM-NSP (Non-Strip p a b l e P r i m a r y C o a t e d) ファイバ3a'、3b'が使用されている。ここで、SM-NSPファイバ3a'、3b'は、例えば外径が115 $\mu$ mのクラッドの表面に、非剥離性のポリマ樹脂から成るNSP層を薄く（例えば5 $\mu$ m程度）被覆した光ファイバ心線で、被覆除去後もNSP層がクラッドを保護するため機械的強度が高く、また、NSP径が125 $\mu$ m程度とされ、通常のSMファイバと同等の性能を有している。

## 【0042】

この実施例においては、V溝上にそれぞれ端面を研磨した第1、第2のSM-NSPファイバ3a'、3b'、第1、第2のGIファイバ4a、4bおよび第1、第2のPhCファイバ2a、2bが配置され、各端面がメカニカルスプライスで固定されている。なお、これらのファイバの各端面にはマッチングオイルが塗布されている。

## 【0043】

この実施例において光学測定を行なったところ、波長1550nmにて、第1、第2のSM-NSPファイバ3a'3b'間における挿入損失が1dBで、アイソレーションが42dBであった。

## 【0044】

図8は、本発明の第7の実施形態に係る光ファイバ部品の説明図を示している。なお、同図において、図1から図3と共通する部分には同一の符号を付して詳細な説明を省略する。

## 【0045】

図8において、第7の実施形態に係る光ファイバ部品は、MFD(30~50 $\mu$ m程度)の大きい第1のPhCファイバ2a(または第2のPhCファイバ2b)と、MFD(10 $\mu$ m程度)の小さい第1のSMファイバ3a(第2のSMファイバ3b)とを備えており、両者の接続端面は前述の実施例と同様に両者の光軸を一致させて光学的に接続されている。

## 【0046】



ここで、第1のPhCファイバ2a（または第2のPhCファイバ2b）の外径Dは、例えばFCコネクタ（不図示）などの光コネクタに実装されるフェルール（不図示）の径（1.25mm）と実質的に同径とされている。

【0047】

この実施例においては、第1のPhCファイバ2a（または第2のPhCファイバ2b）の外径Dが光コネクタのフェールの径と実質的に同径とされていることから、コネクタ形状で光学素子1との光結合を行なうことができる。

【0048】

図9は、本発明の第8の実施形態に係る光ファイバ部品の説明図を示している。なお、同図において、図1から図3および図8と共通する部分には同一の符号を付して詳細な説明を省略する。

【0049】

図9において、第8の実施形態に係る光ファイバ部品は、MFD（30～50μm程度）の大きい第1、第2のPhCファイバ2a、2bと、MFD（10μm程度）の小さい第1、第2のSMファイバ3a、3bとを備えており、両者の接続端面はそれぞれ前述の実施例と同様にそれぞれ両者の光軸を一致させて光学的に接続されている。

【0050】

ここで、第1、第2のPhCファイバ2a、2bの外径Dは、第3の実施形態に係る光ファイバ部品と同様に、それぞれフェールの径と実質的に同径とされている。

【0051】

この実施例においては、第1、第2のPhCファイバ2a、2bの外径Dが光コネクタのフェールの径と実質的に同径とされていることから、コネクタ形状で第1のPhCファイバ2aと第2のPhCファイバ2bとの光結合を容易に行なうことができる。

【0052】

図10は、本発明の第9の実施形態に係る光ファイバ部品の説明図を示している。なお、同図において、図1から図3および図8から図9と共通する部分には

同一の符号を付して詳細な説明を省略する。

【0053】

図10において、第9の実施形態に係る光ファイバ部品は、MFD（30～50  $\mu\text{m}$ 程度）の大きい第1のPhCファイバ2a（または、第2のPhCファイバ2b）と、MFD（10  $\mu\text{m}$ 程度）の小さい第1のSMファイバ3a（または、第2のSMファイバ3b）とを備えており、両者の接続端面は前述の実施例と同様に両者の光軸を一致させて光学的に接続されている。ここで、第1のPhCファイバ2a（または、第2のPhCファイバ2b）の外径は、第3の実施形態に係る光ファイバ部品と同様に、フェルールの径と実質的に同径とされている。

【0054】

また、第1のPhCファイバ2a（または、第2のPhCファイバ2b）の一方の端部（先端部）の外周には、スペーサ（不図示）を介してコネクタハウジング5が取り付けられており、第1のPhCファイバ2a（または、第2のPhCファイバ2b）の先端面は、コネクタハウジング5の端面より若干突出する如くして配設されている。

【0055】

この実施例においては、コネクタハウジング5の取り付けにより、第1のPhCファイバ2a（または、第2のPhCファイバ2b）の先端部がプラグ形状とされていることから、当該第1のPhCファイバ2a（または、第2のPhCファイバ2b）の先端部をアダプタ（不図示）に接続することができる。

【0056】

なお、前述の実施例においては、PhCファイバのMFDを30～50  $\mu\text{m}$ にした場合について述べているが、当該MFDは、少なくとも20  $\mu\text{m}$ 必要である。20  $\mu\text{m}$ 未満にすると、PhCファイバとSMファイバ（若しくはGIファイバ）との光軸合わせが困難になるからである。

【0057】

また、前述の実施例においては、第1、第2のPhCファイバと第1、第2のSMファイバとを光学的に接続した場合について説明しているが、第1、第2のPhCファイバと第1、第2のSMファイバ間に、第1、第2のコリメートレン

ズを光学的に接続してもよい。

【0058】

さらに、前述の実施例においては、第1、第2のPhCファイバの外径と第1、第2のGIファイバの外径を同径にした場合について述べているが、前者の外径と後者の外径を異ならせてもよい。

【0059】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本発明の光ファイバ部品によれば、PhCファイバを用いることにより、シングルモードで光学素子と光接続することができることから、接続損失を小さくすることができる。また、PhCファイバによれば、MFDの大きさを自由に設計することができることから、シングルモードでコア拡大が可能となり、ひいては、光学素子の設計に応じて容易に光結合を行なうことができる。さらに、PhCファイバのMFDを大きくすることで伝搬光の回折角が小さくなり、ひいては、光学素子へ結合する際の接続損失を小さくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の光ファイバ部品の第1の実施形態を示す説明図で、図1(a)は同光ファイバ部品の一部縦断面図、図1(b)は同光ファイバ部品中を伝搬する波形の説明図。

【図2】

本発明の光ファイバ部品におけるPhCファイバの横断面図。

【図3】

本発明の光ファイバ部品の第2の実施形態を示す説明図で、図3(a)は同光ファイバ部品の一部断面図、図3(b)は同光ファイバ部品中を伝搬する波形の説明図。

【図4】

本発明の光ファイバ部品の第3の実施形態を示す説明図で、図4(a)は同光ファイバ部品の一部断面図、図4(b)は同光ファイバ部品中を伝搬する波形の

説明図。

【図 5】

本発明の光ファイバ部品の第 4 の実施形態を示す説明図で、図 5 (a) は同光ファイバ部品の一部断面図、図 5 (b) は同光ファイバ部品中を伝搬する波形の説明図。

【図 6】

本発明の光ファイバ部品の第 5 の実施形態を示す説明図で、図 6 (a) は同光ファイバ部品の一部断面図、図 6 (b) は同光ファイバ部品中を伝搬する波形の説明図。

【図 7】

本発明の光ファイバ部品の第 6 の実施形態を示す説明図で、図 7 (a) は同光ファイバ部品の一部断面図、図 7 (b) は同光ファイバ部品中を伝搬する波形の説明図。

【図 8】

本発明の光ファイバ部品の第 7 の実施形態を示す説明図で、図 8 (a) は同光ファイバ部品の一部縦断面図、図 8 (b) は同光ファイバ部品中を伝搬する波形の説明図。

【図 9】

本発明の光ファイバ部品の第 8 の実施形態を示す説明図で、図 9 (a) は同光ファイバ部品の一部縦断面図、図 9 (b) は同光ファイバ部品中を伝搬する波形の説明図。

【図 1 0】

本発明の光ファイバ部品の第 9 の実施形態を示す平面図。

【図 1 1】

従来の光ファイバ部品の一部縦断面図。

【図 1 2】

従来の光ファイバ部品の一部縦断面図。

【図 1 3】

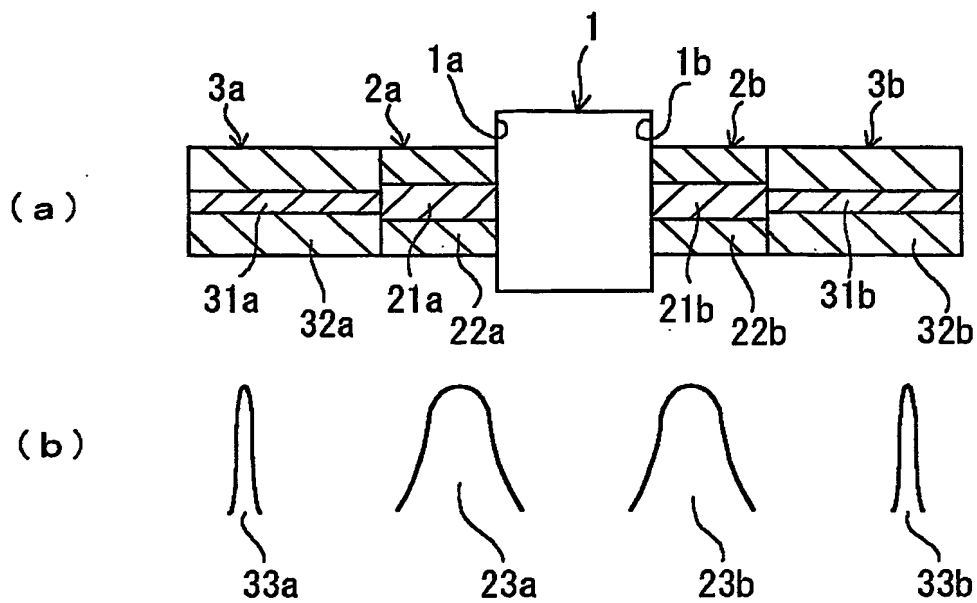
従来の光ファイバ部品の一部縦断面図。

【符号の説明】

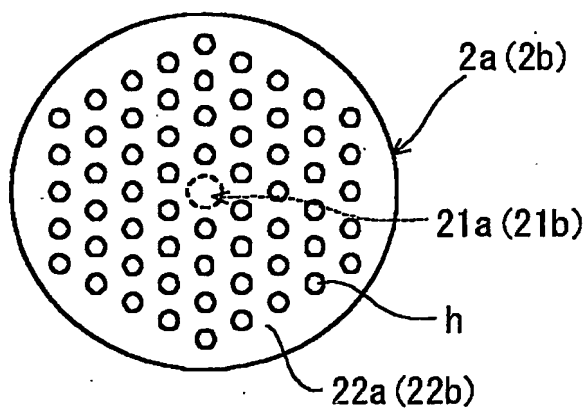
- 1 ..... 光学素子
  - 1 a ..... 光入射端面
  - 1 b ..... 光出射端面
- 2 a ..... PhCファイバ（第1のPhCファイバ）
- 2 b ..... PhCファイバ（第2のPhCファイバ）
- 3 a ..... SMファイバ（第1のSMファイバ）
- 3 b ..... SMファイバ（第2のSMファイバ）
- 4 a ..... GIファイバ（第1のGIファイバ）
- 4 b ..... GIファイバ（第2のGIファイバ）
- 5 ..... コネクタハウジング

【書類名】 図面

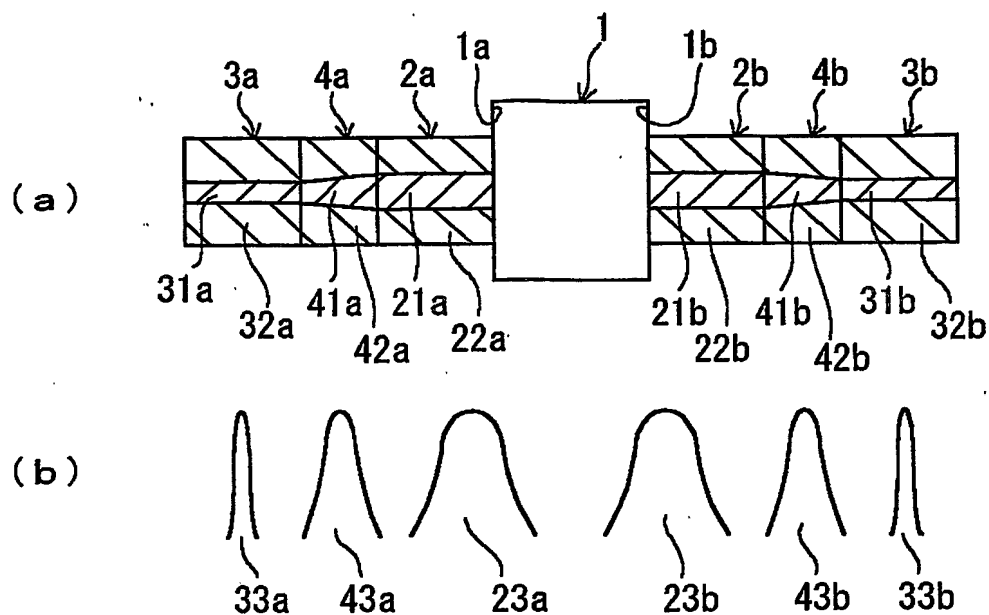
【図 1】



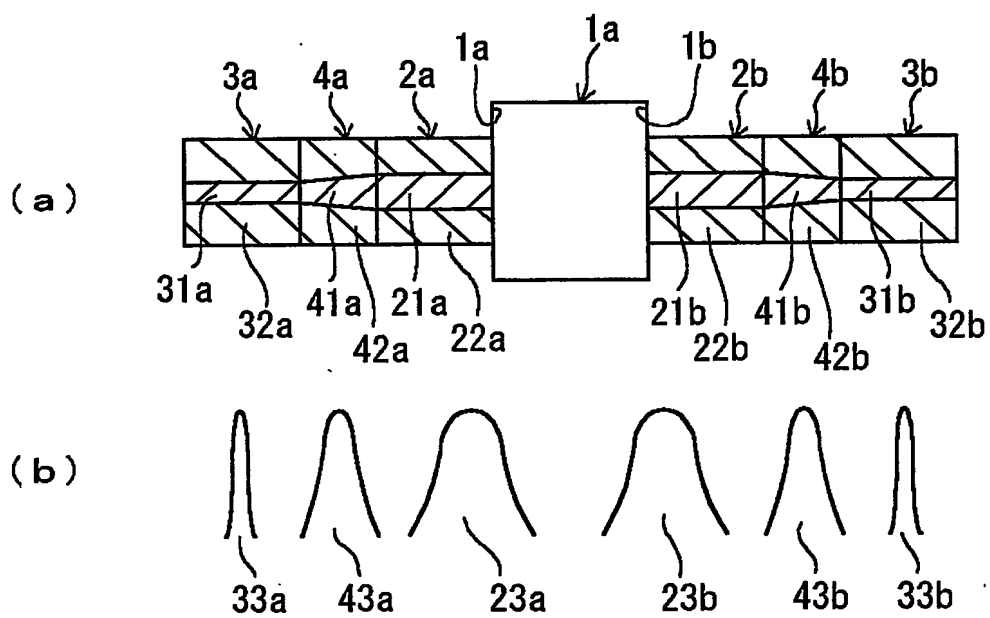
【図 2】



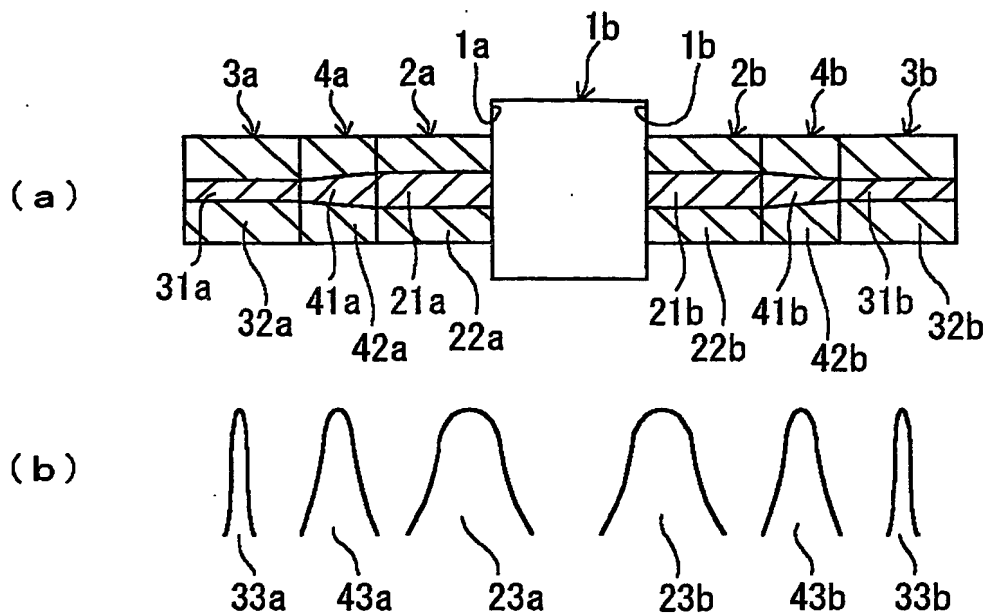
【図 3】



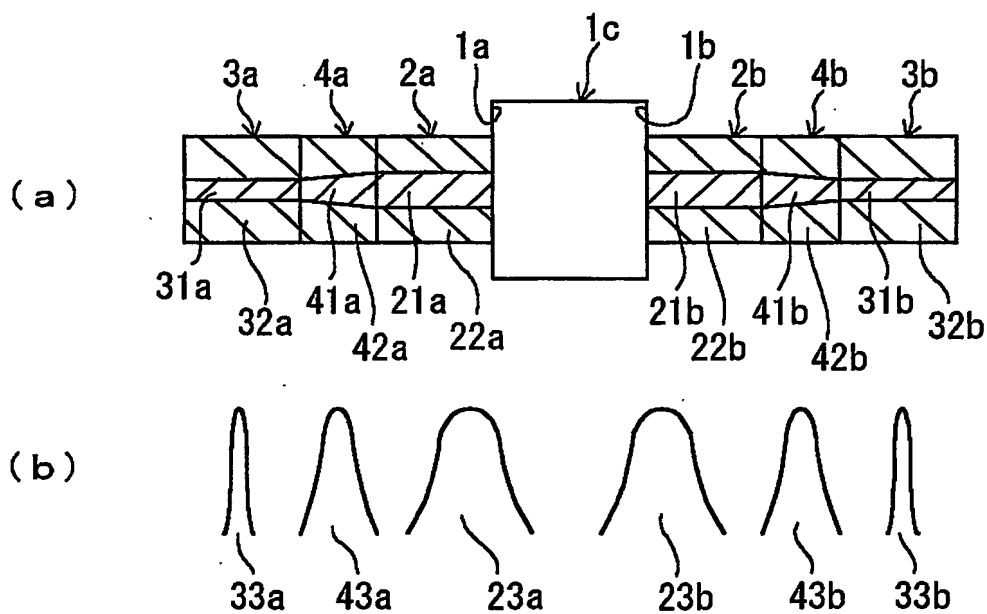
【図 4】



【図 5】

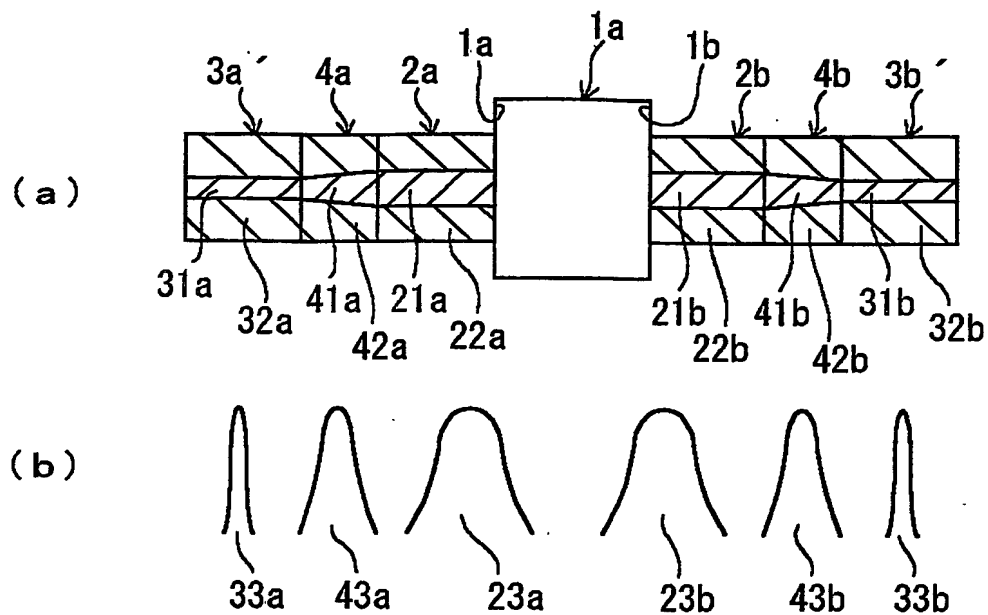


【図 6】

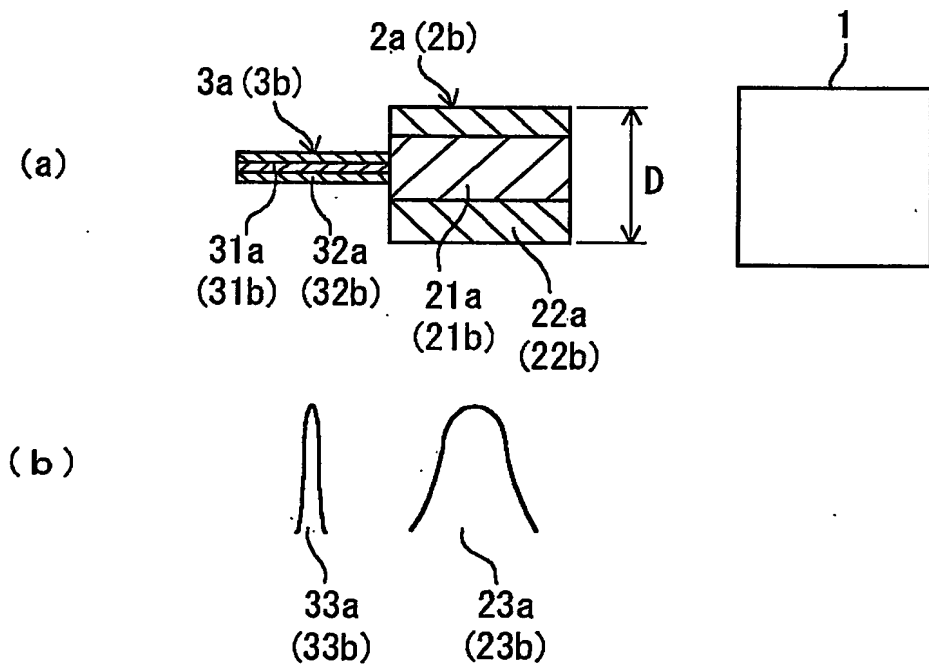




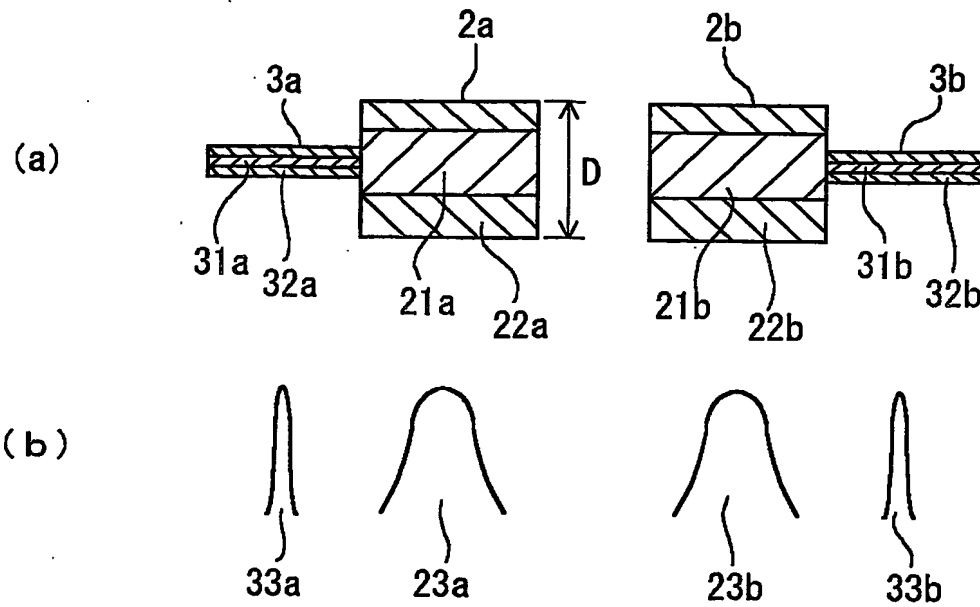
【図 7】



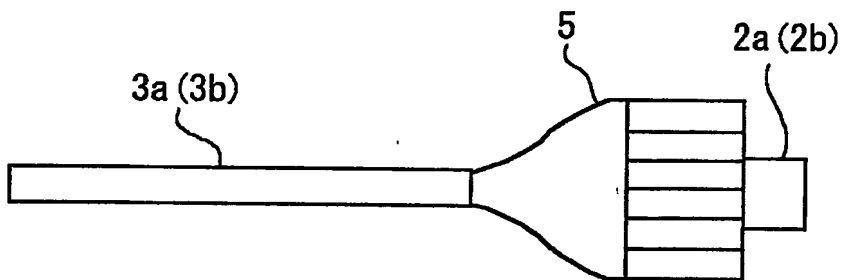
【図 8】



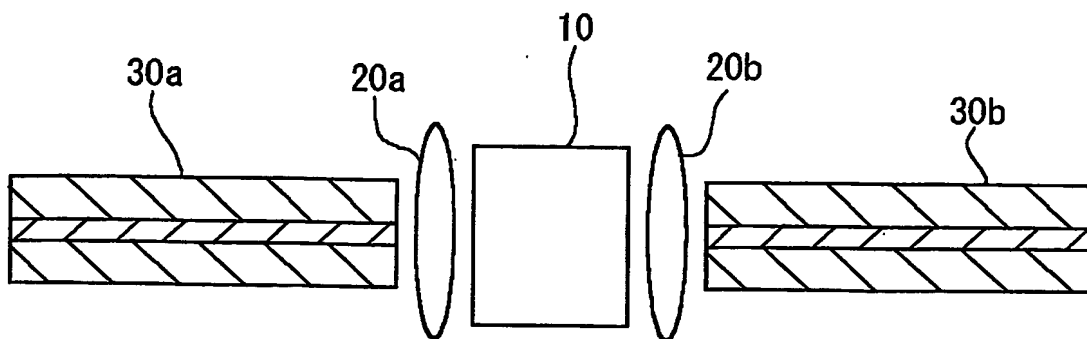
【図 9】



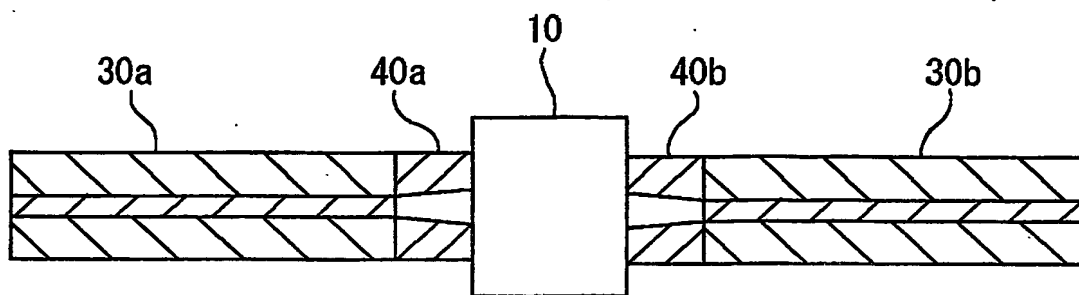
【図 10】



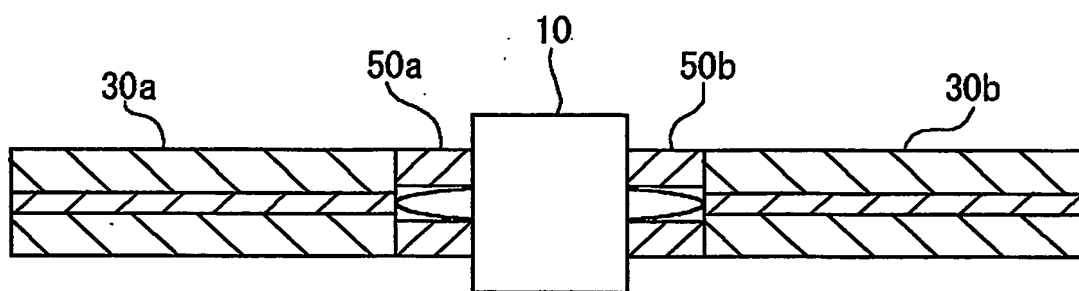
【図 11】



【図 1 2】



【図 1 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 シングルモードで光学素子と光接続して接続損失を小さくする。

【解決手段】、本発明の光ファイバ部品は、光学素子1と、MFDの大きい一対のPhCファイバ2a、2bと、MFDの小さい一対のSMファイバ3a、3bとを備えており、一対のPhCファイバ2a、2bは、光を伝搬させるコア21a、21bと、コア21a、21bの外周に設けられたクラッド22a、22bとを備えている。

光学素子1の光入射端面1aには第1のPhCファイバ2aが光学的に接続され、光出射端面1bには第2のPhCファイバ2bが光学的に接続されている。また、第1のPhCファイバ2aの入力端には第1のSMファイバ3aが光学的に接続され、第2のPhCファイバの出力端には第2のSMファイバ3bが光学的に接続されている。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-219701
受付番号	50201114613
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成14年 7月30日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年 7月29日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002255]

1. 変更年月日 2000年 1月 6日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県川崎市川崎区小田栄2丁目1番1号

氏 名 昭和電線電纜株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**